

Reduksi Long Period Multiple dengan Menggunakan Metode High-Resolution Radon Demultiple (RAMUR) Pada Data Seismik Darat 2D

Faradina A.P¹⁾, Udi Harmoko¹⁾ dan Fazrin Oktafian²⁾

¹⁾Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

²⁾PT. Elnusa Tbk

E-mail: faradinaap@st.fisika.undip.ac.id

ABSTRACT

Multiples often occur in marine seismic data, but actually, they also occur in the far offset section of land seismic in that multiple reduction in land seismic data using CDP gather resulted from conventional method can be applied to acquire omitted multiple model. There are many methods to reduce the appearance of long period multiples, yet to remove multiples from primary signals is challenging. Compared to other methods, high-resolution Radon demultiple (RAMUR) is a method which uses Radon transform to predict multiples using domain tau-p to model multiples. RAMUR processing has more advantages in identifying reflection events, both in primary signals and multiples, to produce good stack sections. In this research, CDP gather resulted from conventional method was used as input in multiple modeling. Besides, adaptive subtraction process also apply CDP gather as input data to be subtracted with multiple model to preserve the data. The result shows that high-resolution Radon demultiple (RAMUR) method is able to reduce long period multiples in far offset section using DTCUT 120 parameter in land seismic effectively.

Key words: multiple, CDP gather, high-resolution Radon demultiple (RAMUR).

ABSTRAK

Keberadaan multipel sering kali terjadi pada data seismik laut, tetapi pada kenyataannya multipel juga terdapat pada seismik darat yang terletak di far offset, sehingga reduksi multipel pada data seismik darat menggunakan CDP gather yang dihasilkan metode konvensional dapat digunakan untuk mendapatkan model multipel yang dihilangkan. Metode yang digunakan untuk menekan keberadaan multipel periode panjang cukup banyak, tetapi masih sulit untuk memisahkan multipel dengan sinyal primer. Berbeda dengan metode lainnya, high-resolution Radon demultiple (RAMUR) merupakan metode yang menggunakan transformasi Radon untuk memprediksi multipel, dengan menggunakan domain tau-p untuk memodelkan multipel. Pengolahan RAMUR memiliki kelebihan memudahkan dalam mengidentifikasi event refleksi, baik itu sinyal primer maupun multipel sehingga menghasilkan penampang stack yang baik. Pada penelitian ini, CDP gather yang dihasilkan dari metode konvensional digunakan untuk data masukan dalam membuat model multipel. Selain itu proses adaptive subtraction, juga menggunakan CDP gather sebagai data masukan untuk disubtraksi dengan model multipel, sehingga data tersebut masih preserve. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode high-resolution Radon demultiple (RAMUR) dapat menghilangkan multipel periode panjang yang terletak di far offset dengan menggunakan parameter DTCUT 120 pada seismik darat dengan efektif.

Kata Kunci : multipel, CDP gather, high-resolution Radon demultiple (RAMUR).

PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya zaman, manusia sudah mampu mengeksplorasi bagian dalam bumi meski hanya melakukan pengukuran secara tidak langsung dengan mengukur medan alami yang dipancarkan oleh bumi dan dilakukan di atas permukaan bumi. *Imaging* seismik refleksi memiliki tujuan akhir

yaitu menggambarkan struktur bawah permukaan yang direpresentasikan dengan penampang seismik yang memiliki kandungan *signal to noise (S/N) ratio* yang tinggi. Untuk lingkungan geologi yang kompleks, teknik *imaging* konvensional (*NMO-DMO-Stack*) menghadapi beberapa masalah seperti heterogenitas lapisan dalam arah lateral, diskontinuitas reflektor, tingkat kandungan

noise yang tinggi dan adanya multipel. Model kecepatan yang dihasilkan kadang-kadang tidak menggambarkan kondisi bawah permukaan yang sebenarnya dalam domain waktu atau kedalaman, dikarenakan refleksi primer sulit ditampilkan pada data *prestack* atau tidak bisa dipisahkan dari multipel (Surya, 2009).

Terdapat beberapa macam metode yang digunakan dalam menyelesaikan masalah *long period multiple* seperti *filter F-K*, *Karhunen-Love (KL) transform* dan transformasi Radon (Saputra, 2006). Transformasi Radon merupakan salah satu metoda matematika yang secara umum telah digunakan dalam *processing* data seismik dan analisis gambar. Ada tiga macam transformasi Radon yang digunakan untuk mereduksi multipel pada *processing* data seismik, yaitu *slant-stack* atau transformasi τ -p, transformasi Radon hiperbolik dan transformasi Radon parabolik. Transformasi *slant-stack* bisa dikombinasikan dengan menggunakan *predictive deconvolution* untuk mereduksi multipel pada *prestack* data seismik. Lain halnya dengan jenis transformasi Radon yang lain, transformasi Radon hiperbolik dan parabolik mengaplikasikan untuk mereduksi multipel berdasarkan perbedaan nilai *moveout* antara sinyal primer dan multipel (Cao, 2006).

DASAR TEORI

Gelombang seismik merupakan gelombang yang penjarannya ke seluruh bagian dalam bumi dan melalui bawah permukaan bumi karena adanya gangguan mekanis (ledakan, patahan, dll) yang dialami di bagian bawah permukaan bumi kemudian diteruskan ke segala arah. Gelombang seismik sama seperti gelombang pada umumnya yang memiliki amplitudo, frekuensi dan fase gelombang.

Berdasarkan tempat menjalarnya, gelombang seismik dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu *body wave* dan *surface wave*. Gelombang bodi dapat menjalar melalui bagian dalam bumi dan menjalar ke segala arah di

dalam bumi. *Body wave* terbagi menjadi dua terhadap arah perambatannya, gelombang primer (P) dan gelombang sekunder (S). Gelombang P yaitu gelombang yang gerak partikelnya searah dengan arah rambat gelombangnya (*longitudinal*). Gelombang P dapat di berbagai medium seperti gas, fluida dan medium yang padat.

Pada persamaan 1, λ merupakan koefisien *lambda*, μ merupakan *modulus* geser, dan ρ merupakan densitas batuan untuk menentukan nilai kecepatan gelombang P, dengan persamaan menurut Lowrie 2007 :

$$V_p = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}} \quad (1)$$

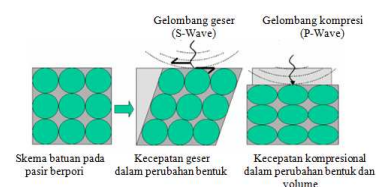
Kecepatan gelombang P juga dapat dicari dengan K merupakan parameter *bulk modulus* dan μ merupakan *modulus* geser, dengan persamaan sebagai berikut :

$$V_p = \sqrt{\frac{K + \frac{4}{3}\mu}{\rho}} \quad (2)$$

$$= \lambda + \frac{2}{3}\mu$$

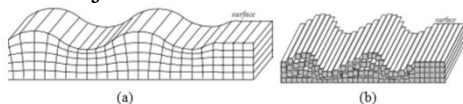
Gelombang S yaitu gelombang yang gerak partikelnya tegak lurus terhadap arah perambatan gelombangnya (*transversal*), tetapi gelombang S hanya dapat merambat pada medium padat dan sangat berbeda dengan gelombang P. Kecepatan gelombang S pada persamaan 4 menurut Lowrie, 2007 dengan μ merupakan *modulus* geser dan ρ merupakan densitas batuan.

$$V_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} \quad (3)$$



Gambar 1 Skema deformasi batuan terhadap gelombang kompresi (*P-wave*) dan gelombang *shear* (*S-wave*) (Goodway, 2001).

Gelombang permukaan (*surface wave*) merupakan gelombang elastik yang menjalar/merambat dari episenter sepanjang permukaan bumi dengan amplitudonya melemah bila semakin masuk ke dalam medium. Beberapa tipe gelombang permukaan pada Gambar 2 yaitu gelombang Rayleigh, gelombang Love, dll. Gelombang Rayleigh merupakan gelombang yang merambat pada batas permukaan saja dan hanya dapat merambat pada media padat, serta arah getarannya berlawanan arah dengan arah perambatannya. Gelombang Love adalah gelombang yang hanya merambat pada batas lapisan dan bergerak pada bidang yang horisontal saja.



Gambar 2 Gelombang permukaan
(a) Rayleigh (b) Love (Lowrie, 2007).

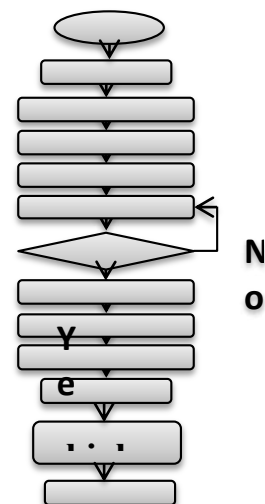
Seismik refleksi merupakan metode geofisika yang sumber gelombang dari buatan. Sumber bisa berupa dinamit, palu, atau pistol yang ditembakkan ke dalam tanah, gelombang yang dihasilkan akan menyebar ke segala arah. Gelombang yang menjalar di lapisan bawah permukaan akan memantul jika bertemu dengan lapisan yang memiliki perbedaan impedansi akustik (Veeken, 2007) gelombang yang memantul tersebut akan direkam oleh *geophone/hydrophone* yang berada di permukaan tanah/permukaan laut.

Data seismik direkam ke dalam pita magnetik di lapangan. Setelah tiga sampai enam minggu kemudian informasinya baru sampai kepada interpreter sebagai peta penampang seismik (*seismic section*). Selama waktu tersebut data dalam tape magnet diproses di pusat pengolahan data seismik (Sismanto, 1996). Tujuan dari pengolahan data seismik adalah untuk memperoleh gambaran yang mewakili lapisan-lapisan dibawah permukaan bumi.

Tahap yang pertama alur pengolahan data dimulai dari *reformatting* yaitu mengubah

format data SEG-Y dari data pita menjadi format SEG-Y yang digunakan sebagai input pada *software* Geocluster selanjutnya *geometry labelling* yang bertujuan untuk melengkapi identitas (koordinat *shot point*, koordinat *receiver*, geometri *spread* dari penembakan, *offset* dan CDP) pada seismik dari lapangan dengan referensi SPS file dan *observer report*. Setelah mendapatkan data yang sesuai format *software*, maka dilakukan *static correction* untuk menempatkan *shot point* dan *receiver* ke level datum yang sama dan mengurangi waktu tempuh gelombang seismik yang melewati lapisan lapuk.

Tahap selanjutnya *pre-processing* yaitu mempersiapkan suatu data seismik dengan mengoreksi, meningkatkan resolusi temporal dan menghilangkan semua kemungkinan *noise* yang mengganggu selanjutnya *velocity analysis* dan residual statik sampai tahap *preconditioning* yaitu menghilangkan kembali semua kemungkinan *noise* yang masih tersisa sehingga diharapkan data sudah tidak terdapat *noise* sebelum proses *stacking* dan migrasi. Tahap berikutnya merupakan metode *high-resolution radon demultiple* yang digunakan pada hasil migrasi (Final PSTM), Gambar 3 merupakan diagram alir secara umum.

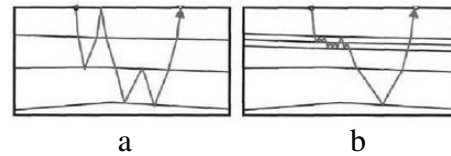


Gambar 3 Flowchart processing high resolution Radon demultiple (RAMUR)

Noise merupakan gelombang yang tidak dikehendaki dalam sebuah rekaman seismik (Abdullah, 2007) atau dengan kata lain seluruh fenomena refleksi yang tidak berkaitan dengan aspek geologi. Dalam survei seismik, bukan hanya berisi *signal* data yang terekam melainkan juga gangguan-gangguan yang tidak diharapkan yang dapat mempengaruhi kualitas data seismik tersebut seperti *noise*. *Noise* dibedakan menjadi dua yaitu *noise* koheren dan *noise* tidak koheren :

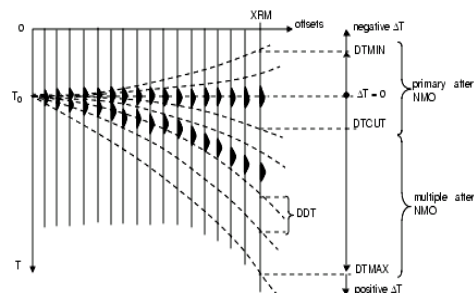
1. *Noise* koheren : merupakan *noise* yang dapat diidentifikasi dalam bentuk pola-pola khusus gelombang yang terekam. Beberapa contoh *noise* koheren yaitu,
 - a. *Ground roll*, terdapat di data seismik darat yang dicirikan dengan amplitudo yang kuat dan frekuensi yang rendah.
 - b. *Multiple*, umumnya terdapat pada data seismik laut dalam bentuk kenampakan refleksi sekunder akibat gelombang yang terperangkap.
 - c. Gelombang langsung (*direct wave*), dicirikan dengan frekuensi yang cukup tinggi dan dengan waktu datang (*arival time*) lebih awal.
2. *Noise* tidak koheren (*random*) : *noise* yang disebabkan oleh segala sesuatu yang tidak disebabkan oleh sumber. Contoh: kendaraan yang lewat saat rekaman, angin, dll.

Berdasarkan lama waktu penjalaran gelombangnya, multipel dibagi menjadi dua yaitu *short period multiple* dan *long period multiple*. *Short period multiple* memiliki waktu tiba gelombang multipel yang tidak terlalu jauh dari waktu tiba gelombang primernya, sehingga multipel dalam data seismik tergambar tidak jauh dari *event* primernya. *Long period multiple* memiliki waktu tiba gelombang multipel yang sangat besar daripada waktu tiba gelombang primernya, sehingga multipel jenis *long period multiple* akan tergambar jauh dari *event* primernya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 (Verschuur, 2006).



Gambar 4 Ilustrasi multipel berdasarkan periode gelombang (a) *Long-period multiple* (b) *Short-period multiple* (Verschuur, 2006).

Metode *high-resolution Radon demultiple* (RAMUR) sangat efektif untuk menghilangkan multipel pada *far offset* yang masih terdapat pada data. Beberapa parameter yang harus digunakan pada tahap ini dapat dilihat pada Gambar 5 XRM merupakan *offset* terjauh (meter) yang merupakan referensi dalam perhitungan model Radon. DTMIN adalah batas minimum untuk melakukan *scanning* terhadap garis parabola dan garis lurus relatif dengan arah horizontal (ms), sedangkan DTMAX yaitu batas maksimum untuk melakukan *scanning* terhadap garis parabola dan garis lurus relatif dengan arah horizontal (ms). DDT merupakan *increament* antara garis parabola dan garis lurus pada *offset* XRM. Dalam menentukan zona dari multipel dan *linear noise* yang akan dipotong (dalam ms) digunakan separasi DTCUT.

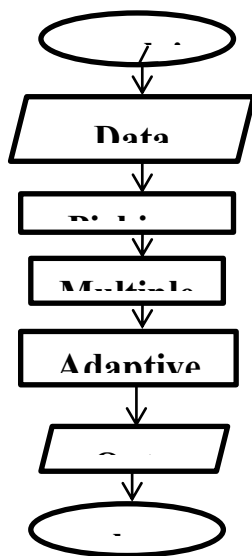


Gambar 5 Parameter pada proses *high resolution Radon demultiple* (CGG Veritas, 2005).

METODE PENELITIAN

Penelitian berjudul “Reduksi *long period multiple* dengan menggunakan metode *high-resolution Radon demultiple* pada data darat seismik 2D” untuk menghilangkan multipel periode panjang yang berada di *far*

offset ini dilakukan menggunakan pemodelan multipel. Data yang digunakan adalah data seismik darat 2D, dengan data masukan yang berupa CDP (common depth point) *gather* setelah migrasi. Pada metode *high-resolution Radon demultiple* (RAMUR) ini untuk membuat model multipel dilakukan pada domain tau-p dengan menyesuaikan pada multipel tersebut, setelah didapatkan model multipel yang sesuai, maka akan dikembalikan ke dalam domain waktu dan hasil yang didapatkan merupakan proses *subtract*, dengan hasil dalam bentuk penampang *stack*.



Gambar 6 Diagram alir penelitian

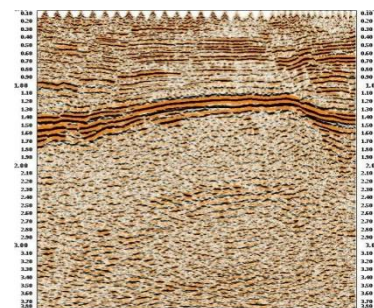
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas mengenai hasil penampang *stack* dari data masukan setelah migrasi PSTM dan hasil penampang *stack* menggunakan metode RAMUR. Pada Gambar 7 (a) multipel ditandai dengan adanya lingkaran, keberadaan multipel yang berada dibawah *basement* pada waktu 2,4 s dan 3,6 s merupakan *long period multiple* yang mempunyai waktu tiba gelombang yang besar. Setelah dilakukan reduksi multipel dengan menggunakan metode *high-resolution Radon demultiple* (RAMUR) cukup efektif dalam mereduksi keberadaan *long period multiple*. Pada penampang *stack* (c) merupakan hasil dari

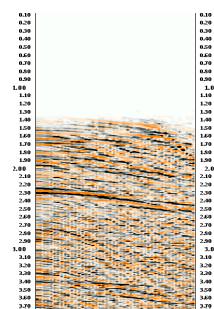
subtrak antara data masukan dengan model multipel RAMUR dan hasilnya keberadaan multipel dapat hilang dengan tidak memangkas data *primary*. Hasil ini akan menghasilkan interpretasi data yang baik, karena model dasar dalam pengolahan data seismik berasumsi bahwa data refleksi hanya mengandung sinyal primer.

Hal ini membuktikan bahwa reduksi multipel dengan menggunakan metode *high-resolution Radon demultiple* (RAMUR) pada kasus seismik darat daerah *far-offset* dapat menghilangkan keberadaan multipel khususnya jenis *long period multiple*. Analisis ini didasarkan pada persamaan gelombang dan menggunakan data yang terekam atau model untuk memprediksi multipel. Metode transformasi Radon sangat efektif dalam memisahkan sinyal primer dan multipel pada *far-offset* (Cao, 2006).

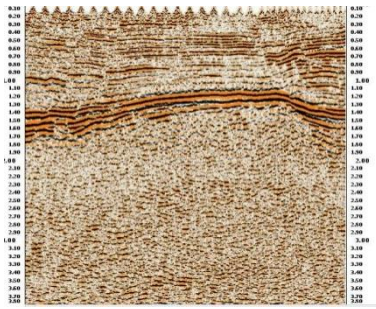
Pada Gambar 7 yang menunjukkan analisis multipel pada penampang *stack* dengan (a) data masukan setelah migrasi (b) model multipel, dan (c) dengan menggunakan metode *high-resolution Radon demultiple* (RAMUR).



Gambar 7 (a) Penampang *stack* setelah migrasi pada metode konvensional



Gambar 7 (b) Model multipel RAMUR



Gambar 7 (c) Hasil penampang *stack* metode RAMUR

KESIMPULAN

1. Metode *high-resolution Radon demultiple* (RAMUR) sangat efektif menghilangkan multipel periode panjang yang terdapat pada *far-offset*.
2. Model multipel yang dihasilkan pada parameter DTCUT 120 oleh CDP *gather* setelah migrasi terlihat lebih efektif dalam menghilangkan komponen multipel pada data seismik.

SARAN

Pada hasil metode *high-resolution Radon demultiple* (RAMUR) cenderung pada data *basement*, maka diperlukan kajian lebih lanjut mengenai daerah penelitian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada PT Elnusa Tbk yang telah mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, A., 2007, *Ensiklopedi Seismik Online ebook*, Jakarta.

Cao, Z., 2006, *Analysis and application of the Radon transform*, University of Calgary, Alberta.

CGG Veritas., 2005, *Geocluster level 5000 SDP Software User Manual: LASUB*.

Goodway, B., 2001, *Improved AVO fluid detection and lithology discrimination using Lamé Petrophysical parameter: " $\lambda\rho$ ", " $\mu\rho$ ", " λ/μ " fluid stack, form P and S inversion*, CSEG Recorder.

Lowrie, W., 2007, *Fundamentals of Geophysics Second Edition*, New York: Cambridge University Press.

Saputra, D., 2006, *Atenuasi Multipel pada Data Seismik Laut dengan Menggunakan Metoda Predictive Deconvolution dan Radon Velocity Filter*. Skripsi Sarjana pada program Studi Teknik Geofisika Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral Institut Teknologi Bandung ; tidak diterbitkan.

Sismanto, 1996, Modul 2 : *Pengolahan Data Seismik*, Program Studi Geofisika, Jurusan Fisika, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Surya, I., 2009, *Perbandingan Penggunaan Atenuasi Multiple Antara Analisis Radon dengan Analisis Subtract Pada Data Sintetik Marmousi II Serta Penggunaan Common Reflection Surface (CRS)*, Teknik Geofisika, ITB, Bandung.

Veeken, P.C.H., 2007. *Seismic Stratigraphy Basin Analysis and Reservoir Characterization*, Volume 37. Netherlands : Elsevier Ltd.

Verschuur, D.J., 2006, *Seismic Multiple Removal Techniques – Past, Present and Future*, EAGE Publications.